

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-088123

(43)Date of publication of application : 23.03.1992

(51)Int.Cl.

C21D 9/02

C21D 1/06

C22C 38/00

C22C 38/48

F16F 1/02

(21)Application number : 02-204066

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 01.08.1990

(72)Inventor : SUZUKI SHINICHI
TATEYAMA MICHIAKI

(54) PRODUCTION OF SPRING WITH HIGH FATIGUE STRENGTH

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a spring with high fatigue strength by forming a spring by the use of a steel with a specific composition, performing hardening under specific conditions to form a specific structure, and setting this spring at specific temp.

CONSTITUTION: A spring is formed by using a steel having a composition consisting of 0.4–0.65% C, 1.0–2.5% Si, 0.3–1.5% Mn, 0.2–1.5% Cr, one or ≥ 2 kinds among $\leq 2.5\%$ Ni, $\leq 0.6\%$ Mo, $\leq 0.6\%$ Cu, $\leq 0.6\%$ V, $\leq 0.06\%$ Nb, and $\leq 0.05\%$ Al, and the balance Fe with inevitable impurities, and this spring is hardened in a coolant of ordinary temp. -200° C from the austenitic state and formed into a structure containing martensite and $\geq 7\%$ retained austenite, which is set at room temp. -400° C, followed by shot peening, if necessary.

⑫ 公開特許公報(A)

平4-88123

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)3月23日

C 21 D 9/02
1/06

3 0 1

A 8015-4K
E 7047-4K
Z 7047-4KC 22 C 38/00
38/48

F 16 F 1/02

B 8917-3J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 高疲労強度ばねの製造法

⑯ 特 願 平2-204066

⑰ 出 願 平2(1990)8月1日

⑱ 発 明 者 鈴木 信 一 神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社
第2技術研究所内⑲ 発 明 者 館 山 道 昭 神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社
第2技術研究所内

⑳ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

明 細 書

1. 発明の名称

高疲労強度ばねの製造法

2. 特許請求の範囲

(1) C: 0.4~0.65%, Si: 1.0~2.5%,
Mn: 0.3~1.5%, Cr: 0.2~1.5%を含有し、
Ni: 2.5%以下、Mo: 0.6%以下、Cu: 0.6%以下、
V: 0.6%以下、Nb: 0.06%以下あるいは
Al: 0.05%以下の一種または二種以上を添加し、
残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼を用いて、
ばねを成形し、オーステナイト状態から常温~
200℃の冷却剤中に焼入れし、マルテンサイト
と7%以上の残留オーステナイトを含有する組織
としたものを、室温~400℃でセッチングす
ることを特徴とする高疲労強度ばねの製造法。

(2) C: 0.4~0.65%, Si: 1.0~2.5%,
Mn: 0.3~1.5%, Cr: 0.2~1.5%を含有し、
Ni: 2.5%以下、Mo: 0.6%以下、Cu: 0.6%以下、
V: 0.6%以下、Nb: 0.06%以下あるいは
Al: 0.05%以下の一種または二種以上を添加し、

残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を用いて、
ばねを成形し、オーステナイト状態から常温~
200℃の冷却剤中に焼入れし、マルテンサイト
と7%以上の残留オーステナイトを含有する組織
としたものを、室温~400℃でセッチングし
た後、さらにショットピーニングすることを特徴
とする高疲労強度ばねの製造法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ばねの疲労特性向上方法にかかわり、
さらに詳しくはエンジンの弁ばね、車のリーフば
ねあるいは懸架ばねの製造に際し、使用性能、特
に疲労強度の向上を可能としたばねの製造方法に
関するものである。

(従来の技術)

自動車等に使用されるばねは、高疲労強度と耐
へたり性が重要である。疲労強度に対しては、シ
ョットピーニング処理を行うことが、今や常識と
なっている。これは、ショットピーニングによっ
て、ばねの表層部に圧縮残留応力を付与し、外荷

重の実効値を低下させることにある。へたりは、一種の緩和現象であるから、ばねに予め過負荷をかけて、すなわちセッチングを行って、使用中緩和現象を先取りすることで耐へたり性の向上が計られている。

最近、自動車用ばねは、さらなる高性能化が要求されるようになってきた。そのために、JISに規定されたばね鋼より強靱な鋼を用いて、この要求に対処しようとする考えがある。例えば、「飯久保、他：電気製鋼、57(1986)No.1,33」に記載されているものなどがそれである。すなわち、JISのばね鋼より高合金の鋼を高疲労強度ばね用鋼として使用しようというものである。この種の高合金鋼は、同文献にも記載されているように、高合金になるほど、残留オーステナイトが多くなる。この量が少ない場合は、ばねの疲労強度に影響をおよぼすことはないようであるが、さらに、強靱化するために高合金化すると、残留オーステナイトが多くなり、ばねの疲労強度に影響を及ぼすようになる。また、このように、ばねの強度を

高めてくると、ばねは硬くなり、十分なショットピーニング効果を得ることが困難になる。

また、機械部品を浸炭、浸炭窒化焼入れあるいは高C鋼を単に焼入れたとき、その表層のみに残留するオーステナイトをサブゼロ処理（液体窒素中に30分間浸漬）をして、マルテンサイトに変態させ、そのことによって発生する圧縮残留応力を浸炭あるいは浸炭窒化する機械部品の疲労強度向上手段とすることは、特願平1-274014号に記載されている。この場合は、サブゼロという特殊な手段を必要とするとともに、ばねに適用しようとするとき、表層のみという条件を満足させることが難しい。

（発明が解決しようとする課題）

本発明も、ばねの疲労強度を高めることを目的とし、その手段として、ばねの強度を高めようとするは従来の考え方と変わらないが、そのための使用鋼材の高合金化および残留オーステナイトのマルテンサイト化は上記のような新たな課題が生じる。本発明はこれらの課題を克服したばね

の疲労特性向上方法を提供しようとするものである。

（課題を解決するための手段）

本発明の要旨とするところは、C：0.4～0.65%、Si：1.0～2.5%、Mn：0.3～1.5%、Cr：0.2～1.5%を含有し、Ni：2.5%以下、Mo：0.6%以下、Cu：0.6%以下、V：0.6%以下、Nb：0.06%以下あるいはAl：0.05%以下の一様または二種以上を添加し、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼を用いて、ばねを成形し、オーステナイト状態から常温～200℃の冷却剤中に焼入れし、マルテンサイトと7%以上の残留オーステナイトを含有する組織としたものを、室温～400℃でセッチングし、必要に応じてショットピーニングすることを特徴とする高疲労強度ばねの製造法にある。

（作 用）

本発明者らはばねの高疲労強度化を実現するために、合金鋼を用いてばねを成形し、焼入れた時に残留する不可避のオーステナイトを積極的に利

用することに着目して、種々検討を行なった。

本発明は上述した特願平1-274014号に関連したものであって、焼入れしたばねに過量のオーステナイトを残留させ、それをマルテンサイトに変態させた時に生じる圧縮残留応力をばねの疲労強度向上手段とする。しかし、ばねは比較的肉厚が小さいので、サブゼロ処理によって、表層の残留オーステナイトだけをマルテンサイト化することは難しい。一方、ばねは耐へたり性向上のために、ばね特有のセッチング処理が必須なので、この処理時に残留オーステナイトをマルテンサイト化することを考えた。

上記の考えを具現化するためには、成形したばねを焼入れた時点で、7%以上の残留オーステナイトを含有するマルテンサイト組織でなければならない。また、ばね製品として、必要最小限の靱性が必要である。これらの2点から、適用鋼材の化学成分および焼入れ条件が限定される。以下にこれらの限定条件について述べる。

必要な残留オーステナイトを生成させるのに重

要な化学成分は、C、Si、Mn、CrおよびNiであるが、さらに目標強度、靱性に応じて、これら各元素の適量を組合せなければならない。

Cは、0.4%未満では十分な強度および残留オーステナイトを得ることができないが、0.65%超では靱性が得られない。

Si、Mn、Crは、それぞれ1.0%未満、0.3%未満、0.2%未満では十分な強度および残留オーステナイトを得ることができないが、それぞれ2.5%超、1.5%超、1.5%超では靱性が得られない。

Niは、靱性およびオーステナイトを残留させるために有効であるので、必要に応じて2.5%以下添加する。

Mo、Cuは、強度への寄与もさることながら、残留オーステナイトの増加および耐食性向上のために、必要に応じてそれぞれ0.6%以下添加する。

Vは、強度とともに組織を微細化するに有用な元素であり、Nb、Alは、組織を微細化するに有用な元素であって、必要に応じてそれぞれ0.6%以下、0.06%以下、0.05%以下を添加する。

の表層に存在する残留オーステナイトをできるだけ多く、マルテンサイト化させること、素材のC量によっては従来の焼戻し処理の機能を兼ねさせることおよびセッチング処理本来の耐へたり性向上のためであるが、400℃超の温度になると、付加した圧縮残留応力の緩和が著しくなる。

以上の工程を経て製造されたばねにおいて、ばねの表層に十分な圧縮残留応力が存在すれば、必ずしもショットピーニング処理を必要としない。しかし、焼入れ時の残留オーステナイトが最表層で一様に分布し、それが一様にマルテンサイト化するという保証がないので、本発明においても、補助的にショットピーニング処理を行うことが望ましい。

以下に、本発明の効果を実施例により、さらに具体的に示す。

(実施例)

表1に示す化学成分の鋼を用いて、4mmφの皮剥きした線材を用いて、ばね径36mm、高さ55mm、有効巻数4.5のコイルばねを制作し、真空中

なお、前記Ni、Mo、Cu、V、Nb、Alは必要に応じて一種または二種以上が前記の目的で選択的に添加される。

このような化学成分からなる鋼をオーステナイト状態から、常温～200℃の冷却剤中に焼入れを行う。ここで、常温～200℃としたのは、必要な残留オーステナイト量を確保するために必要であって、C、Ni等の多いものは常温の冷却剤でもよいが、これら元素の少ない場合は冷却剤の温度を高める必要がある。200℃超では必要以上の残留オーステナイト量となる場合も考えられるので、200℃を上限とした。

これらの条件のもとに生成した残留オーステナイトの内、ばねの表層に存在する残留オーステナイトを、室温～400℃でのセッチング時に、マルテンサイト化し、圧縮残留応力を付与する。このとき初期残留オーステナイト量が7%未満では効果が十分ではない。この残留オーステナイト量の測定方法は、X線回折法による。また、セッチング温度を室温～400℃としたのは、ばね

で920℃×10分間オーステナイト化した後、鋼種毎に油温(表2)を種々変えた油中に焼入れたものを各温度(表2)でセッチングした。その後、一部のものについてはショットピーニング処理も行った。これらについて、 $\tau = 80 \pm 50 \text{ kgf/mm}^2$ で疲労試験をし、疲労寿命を調べた。その結果を表2に示す。同表に示す比較ばねは、SAE9254鋼を用いた従来製造法に基づく、同形状のばねである。

表 1 供試鋼の化学成分

(wt%)

| 鋼種 | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Cu | その他 |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|
| A | 0.41 | 2.3 | 1.2 | 1.2 | 2.4 | 0.2 | 0.2 | V 0.3 |
| B | 0.48 | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 1.8 | — | — | V 0.2 Nb 0.05 |
| C | 0.52 | 1.6 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.4 | — | Al 0.023 |
| D | 0.63 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | — | 0.4 | 0.5 | Al 0.007 |
| E | 0.35 | 2.4 | 1.4 | 1.2 | 2.3 | 0.5 | — | V 0.5 |
| F | 0.49 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 1.5 | — | — | Al 0.025 |
| G | 0.50 | 1.5 | 0.6 | — | 1.2 | 0.2 | — | Nb 0.05 |
| H | 0.70 | 1.0 | 0.4 | 0.3 | 2.3 | 0.2 | — | Al 0.012 |

表 2 ばねの処理条件と疲労試験結果

| 鋼 種 | 冷却剤の 温度 °C | セッチング 温度 °C | ショットピーニング 有無 | 疲労寿命 |
|-----|---------------|----------------|-----------------|-------------------|
| A | 常温 | 室温 | 有 | 3.5×10^5 |
| B | 60 | 200 | 有 | 7.4×10^5 |
| B * | 60 | 450 | 有 | へたり大 |
| C | 130 | 250 | 無 | 1.9×10^6 |
| D | 160 | 350 | 無 | 6.1×10^6 |
| E * | 60 | 室温 | 有 | へたり大 |
| F * | 60 | 250 | 有 | 3.5×10^6 |
| G * | 60 | 250 | 無 | 1.8×10^6 |
| H * | 160 | 400 | — — | セッチング時に 破断 |
| ** | — — | 室温 | 有 | 5.7×10^6 |

* 印： 較用ばねを示す。

**： E9254 鋼を用いた従来製造法に基づく、同形状の
ね。

以上の結果から、本発明によれば、比較用ばね
および従来法のばねの疲労寿命に比べて、優れた
疲労寿命を有するばねが得られることがわかる。

(発明の効果)

以上述べた如く、本発明にしたがい事前に残留
オーステナイトを確保するように鋼材の化学成分
や焼入れ時の冷却条件を限定して、適量のオース
テナイトを残留させ、これをセッチング処理時
にマルテンサイト化し、その際に発生する顕著な
圧縮残留応力によりばねの疲労特性を大幅に向上
させることができるので、本発明は産業上極めて
有用である。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人 大 関 和 夫

